

**SKRIPSI**

**MODEL PENGATUR TEMPERATUR AIR LAUT  
OTOMATIS DENGAN *WATER BLOCK* BERBASIS  
*MICROCONTROLLER* ATMEGA8535**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Tingkat Sarjana (S1)**



**Oleh :  
Johan  
G1D007013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
2014**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **MODEL PENGATUR TEMPERATUR AIR LAUT OTOMATIS DENGAN *WATER BLOCK* BERBASIS *MICROCONTROLLER* ATMEGA8535**

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan hasil duplikasi dari skripsi dan/atau karya ilmiah lainnya yang pernah dipublikasikan dan/atau pernah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, 05 November 2014



Johan  
G1D007013

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

- ❖ *Hiduplah seperti bola lampu yang menerangi lingkungan sekitarnya.*
- ❖ *Hidup seperti air mengalir, lakukan-lah yang terbaik.*
- ❖ *Jangan selalu menatap keatas, sekali-kali lihatlah kebawah agar dapat mensyukuri nikmat*
- ❖ *Orang yang sukses adalah orang yang banyak koleksi batu cincinnya*

### **PERSEMBAHAN:**

*Skripsi ini ku persembahkan Kepada:*

- ❖ *Kedua Orang tuaku Jamaluddin dan Nurjanah, terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang dan perhatian yang tak pernah pudar.*
- ❖ *Adikku Rosmidah dan semua keluarga besarku yang selalu menantikan keberhasilahku.*
- ❖ *Orang tua angkatku “Pak Raharjo” dan “Ibu Eli Hayati” yang selalu memberi dorongan dan motivasi untuk keberhasilanku.*
- ❖ *Pak Hendra dan Indra yang selalu menemani dan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- ❖ *SN Group (SN\_471, SN\_D4Nk, SN\_Teddy, SN\_Abay, Tiara D.R) yang selalu memberi semangat.*
- ❖ *Sahabat–Sahabatku (Sonny, Agung, Agok, Ivan, Asep) terima kasih atas segalanya.*
- ❖ *Bosku “Mas Cici” dan “Mbak Melani” yang yang selalu member perhatian*
- ❖ *Teman – teman Elektro yang tidak dapat disebutkan satu persatu Khususnya Angkatan 2007 seperjuanganku.*
- ❖ *Orang – orang yang hadir dalam kehidupanku, atas nasihat – nasihatnya sehingga aku dapat bersikap lebih dewasa dalam menghadapi setiap persoalan.*

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, sebuah kata yang sudah sepatutnya penulis ucapkan atas karunia rahmat dan hidayah Allah SWT yang begitu besar maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Pengatur Temperatur Air Laut Otomatis Dengan *Water Block* Berbasis *Microcontroller* Atmega8535”.

Penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih terlalu banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan, namun semua ini tidak menjadi suatu kendala bagi penulis untuk dapat terus mencoba, karena dengan mencoba maka penulis dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan yang ada pada diri penulis. Penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang akan berguna bagi penulis untuk melakukan perbaikan-perbaikan demi kesempurnaan skripsi ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih pula penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Khairul Amri, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.
2. Bapak Irnanda Priyadi, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.
3. Bapak Reza Satria Rinaldi, ST.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Anggota Penguji.
4. Alex Surapati, S.T.,M.T sebagai Dosen Pembimbing Utama
5. Ibu Anizar Indriani, ST, M.T sebagai Dosen Pembimbing Pendamping
6. Seluruh Staf di Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bisa memberikan nilai tambah bagi Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.

Bengkulu, November 2014

Penulis

## ABSTRAK

Ikan kerapu merupakan suatu komoditi yang memiliki pangsa pasar yang sangat baik di dalam dan luar negeri dengan nilai ekonomis yang tinggi. Budidaya ikan Kerapu saat ini banyak menggunakan sistem karamba jaring apung, pada penelitian ini pengembangan model sistem budidaya ikan Kerapu dilakukan dengan cara membuat habitat air laut tiruan pada sebuah akuarium dengan parameter suhu yang ditentukan. Pengontrolan suhu air dilakukan dengan menggunakan alat bantu *microcontroller* ATmega8535 sebagai pengolahan data dan peltier sebagai elemen pengubah suhu air yang di kontrol. Hasil penelitian sistem pengontrolan temperatur ini menunjukkan bahwa alat yang telah dibuat mampu menjaga *setpoint* suhu air laut dalam *plant* model pada suhu 28 °C.

**Kata Kunci:** Ikan Kerapu, Termoelektrik, Peltier, Mikrokontroller, ATmega8535.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	iii
Motto dan Persembahan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel .....	x
Daftar Lampiran.....	xi
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
 <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	 <b>3</b>
2.1 Suhu ( <i>Temperature</i> ) .....	3
2.2 Termolektrik ( <i>Thermoelectric</i> ) .....	4
2.3 Sensor Suhu LM35 .....	6
2.4 <i>Microcontroller</i> AVR ATmega8535 .....	8
2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) .....	10
2.6 <i>Keypad</i> Matrix .....	12
2.7 Analisis Galat.....	13
2.7.1 Galat Mutlak.....	13
2.7.2 Galat Relatif .....	13
 <b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	 <b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Metode Pembuatan .....	14
3.3 Analisis Kerja .....	14

3.4	Alat dan Bahan.....	14
3.5	Tahapan Penelitian.....	15
3.6	Perancangan alat .....	15
3.6.1	Perancangan <i>Plant</i> Model .....	15
3.6.2	Perancangan Sistem Pemanas dan Pendingin .....	16
3.6.3	Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	16
3.6.3.1	Rangkaian Sensor Suhu LM35 .....	17
3.6.3.2	Rangkain mikrokontroler ATmega8535.....	18
3.6.3.3	Rangkaian <i>Keypad</i> .....	20
3.6.3.4	Rangkaian LCD .....	20
3.6.3.5	Rangkaian <i>Driver</i> Pengendali.....	21
3.6.4	Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	22
3.6.5	Perancanga Alat Keseluruhan .....	24
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1	Pengujian Rangkaian Sensor Suhu LM35 .....	25
4.2	Pengujian Elemen Peltier.....	27
4.2.1	Pengujian Elemen Peltier Sebagai Pendingin .....	27
4.2.2	Pengujian Elemen Peltier Sebagai Pemanas .....	28
4.3	Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Pengendali.....	29
4.4	Pengujian Unjuk Kerja Keseluruhan Sistem .....	30
4.2.1	Pengujian dengan Tiga Liter Air .....	30
4.2.2	Pengujian dengan Empat Liter Air.....	31
4.2.3	Pengujian dengan Lima Liter Air .....	32
4.5	Analisi dan Pembahasan .....	34
4.5.1	Perhitungan Beban Kalor .....	34
4.5.2	Perhitungan <i>Thermocouple</i> .....	34
4.5.3	Perhitungan Proses Pendinginan <i>Thermoelectric</i> .....	36
4.5.4	Perhitungan Proses Pemanasan <i>Thermoelectric</i> .....	37
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>39</b>
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	39
	DAFTAR PUSTAKA .....	40
	LAMPIRAN.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Termoelektrik .....	4
Gambar 2.2 Konfigurasi Sensor Suhu LM35 .....	8
Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega 8535.....	9
Gambar 2.4 Peta Memori LCD karakter 2x16.....	12
Gambar 2.5 Fisik <i>Keypad</i> Matrik 4x3 .....	13
Gambar 3.1 Rancang Bangun <i>Plant Model</i> .....	15
Gambar 3.2 Skema Pemanasan dan Pendinginan Air .....	16
Gambar 3.3 Diagram Blok Alat Kontrol Suhu Air.....	16
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Suhu .....	17
Gambar 3.5 Rangkaian Clock.....	18
Gambar 3.6 Rangkaian Reset .....	19
Gambar 3.7 Rangkaian <i>Keypad</i> .....	20
Gambar 3.8 Rangkaian LCD 16x2 Karakter .....	20
Gambar 3.9 Rangkaian <i>Driver</i> Pengendali .....	21
Gambar 3.10 Diagram Alir Program .....	23
Gambar 3.11 Skema Rancang Bangun Model Alat Pengatur Temperatur Air Laut Otomatis .....	24
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Pendingin Dengan Elemen Peltier.....	28
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Pemanas Dengan Elemen Peltier.....	29
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Unjuk Kerja Alat saat Pemanasan.....	33
Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian Unjuk Kerja Alat saat Pendinginan .....	33



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kalor Jenis beberapa Benda/Zat.....	4
Tabel 2.2	Konfigurasi Pin pada LCD.....	11
Tabel 4.1	Pengujian Tegangan Keluaran Sensor Suhu LM35 .....	25
Table 4.2	Pengujian Suhu Tampilan LCD .....	26
Tabel 4.3	Pengujian Pendingin Menggunakan Elemen Peltier .....	27
Tabel 4.4	Pengujian Pemanas menggunakan Elemen Peltier.....	28
Tabel 4.5	Pengujian Rangkain <i>Driver</i> Pengendali .....	29
Tabel 4.6	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Mendinginkan Tiga Liter Air Laut .....	30
Tabel 4.7	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Memanaskan Tiga Liter Air Laut .....	31
Tabel 4.8	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Mendinginkan Empat Liter Air Laut .....	31
Tabel 4.9	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Memanaskan Empat Liter Air Laut .....	32
Tabel 4.10	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Mendinginkan Lima Liter Air Laut .....	32
Tabel 4.11	Pengujian Unjuk Kerja Alat dalam Memanaskan Lima liter Air Laut .....	33
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Beban Kalor Air Laut .....	34
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Waktu Pendinginan .....	37
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Waktu Pemanasan .....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Listing Program .....	43
Lampiran 2: Data Hasil Pengujian .....	47
Lampiran 3: Perhitungan.....	50
Lampiran 4: Dokumentasi Alat.....	53

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai sumber daya laut yang melimpah. Panjang garis pantai 81.000 km membuat Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk pengembangan budidaya laut. Upaya pemanfaatan sumberdaya perikanan secara optimal merupakan suatu tuntutan yang sangat mendesak untuk meningkatkan kemakmuran masyarakat, terutama untuk meningkatkan kesejahteraan nelayan/petani ikan, memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, memperluas lapangan kerja dan kesempatan berusaha, serta meningkatkan devisa negara melalui ekspor hasil perikanan.

Ikan Kerapu merupakan salah satu jenis ikan laut komersil yang sekarang banyak dibudidayakan dan merupakan komoditas ekspor. Permintaan terhadap ikan Kerapu yang tinggi mendorong para nelayan untuk melakukan penangkapan dengan cara mengekploitasi penangkapan ikan tanpa memperhatikan populasi dan habitat ikan Kerapu, seperti penggunaan bahan peledak atau potasium. Cara ini sangat membahayakan populasi ikan dan habitatnya, seperti kerusakan pada terumbu karang sebagai rumah bagi ikan dan pemulihannya membutuhkan waktu yang sangat lama, untuk memenuhi permintaan ikan kerapu yang terus meningkat, maka perlu dilakukan pembudidayaan ikan kerapu.

Budidaya ikan Kerapu dapat dilakukan dengan sistem keramba jaring apung yang dipasang di laut, sistem ini memiliki kelemahan yaitu sulit untuk diwujudkan di semua tempat karena pemilihan lokasi harus memperhatikan faktor resiko seperti gangguan alam, pencemaran, predator dan konflik pemakai serta parameter lingkungan yang tidak memenuhi syarat. Sistem ini juga membutuhkan sejumlah dana yang besar untuk membiayai investasi dan modal kerja. Sistem lain untuk membudidayakan ikan kerapu ini dapat dilakukan dengan memanipulasi lingkungan budidaya ikan kerapu berupa kolam buatan seperti tambak udang. Manipulasi ini dilakukan dengan membuat kondisi lingkungan atau habitat ikan Kerapu sesuai dengan aslinya seperti menjaga temperatur atau suhu air kolam, kedalaman kolam, dan unsur pendukung lainnya.

Temperatur atau suhu lingkungan yang berbeda dengan habitat aslinya akan menyulitkan dalam budidaya ikan kerapu, diperlukan suatu metode untuk menjaga temperatur atau suhu lingkungan hidup ikan Kerapu. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan menggunakan peralatan seperti pengatur suhu. Berdasarkan paparan di atas maka penulis merancang sistem/alat pengatur suhu air otomatis dengan *water block* berbasis *microcontroller* ATmega8535.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Bagaimana membuat model alat pengatur temperatur air berbasis *Microcontroller* ATmega8535 sebagai pengolah data yang mampu mempertahankan suhu air aquarium pada suhu 27 hingga 29 °C.
2. Bagaimana suhu air yang ingin dipertahankan (suhu referensi) dapat di set melalui *keypad*.
3. Bagaimana suhu yang dideteksi oleh sensor (suhu aktual) dan suhu yang diset pada *keypad* (suhu referensi) akan ditampilkan pada LCD.
4. Bagaimanan penempatan pemanas dan pendingin agar efektif dan tidak mengganggu sistem.

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Asumsi volume air aquarium tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu.
2. Penelitian tidak sampai ke pembudidayaan ikan Kerapu.
3. *Plant* model adalah sebuah reaktor berupa akuarium berukuran P : 30 cm x L : 20 cm T : 20 cm, berisi air sebanyak 5 liter.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem atau model alat pengatur temperatur air otomatis dengan *water block* berbasis *microcontroller* ATmega8535.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Ronald Umboh (2007) dalam penelitiannya merancang alat pendinginan *portable* menggunakan elemen peltier. Dalam penelitiannya elemen peltier digunakan untuk mendinginkan kabin yang dapat diisi dengan makanan atau minuman. Hasil dari penelitiannya ini dapat mendinginkan suhu kabin hingga suhu 19 °C selama satu jam [1].

Akbar dan Sudaryanto (2001) didalam bukunya tentang pembenihan dan pembesaran ikan Kerapu bebek menjelaskan bahwa ada keterkaitan pertumbuhan ikan dengan kondisi lingkungan perairan pada lokasi budidaya ikan kerapu, seperti suhu. Dari hasil penelitian diketahui bahwa suhu air yang ideal untuk pertumbuhan ikan kerapu berkisar pada 27 hingga 29 °C [2].

Prasepty (2008) dalam penelitiannya merancang sistem pengontrolan temperatur pada tangki air panas. Pada penelitian ini elemen pemanas diletakan di dalam *plant* yaitu tangki air panas. Hasil dari penelitian ini mampu memanaskan air pada tangki pemanas hingga 40 °C [3]. Sistem seperti ini tentu tidak dapat di aplikasikan dalam pembudidayaan ikan kerapu, karena elemen pemanas yang diletakkan langsung di *plant* yang akan dikontrol dapat mengganggu perkembangan ikan kerapu.

#### 2.1 Suhu (*Temperature*)

Suhu adalah besaran fisis yang menyatakan derajat panas suatu benda/zat, atau dengan kata lain semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

Energi yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda/zat adalah *kalor*. Para ilmuwan fisika menyepakati bahwa *kalor* merupakan suatu bentuk energi yang dipindahkan oleh benda/zat bersuhu tinggi ke benda/zat bersuhu lebih rendah. Besarnya energi *kalor* (Q) yang diserap atau dilepas suatu zat tergantung pada

*kalor* jenis benda/zat ( $c$ ), massa benda/zat tersebut ( $m$ ), dan perubahan suhu yang diinginkan ( $\Delta T$ ). Secara matematis dapat ditulis dalam Persamaan (2.1).

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (2.1)$$

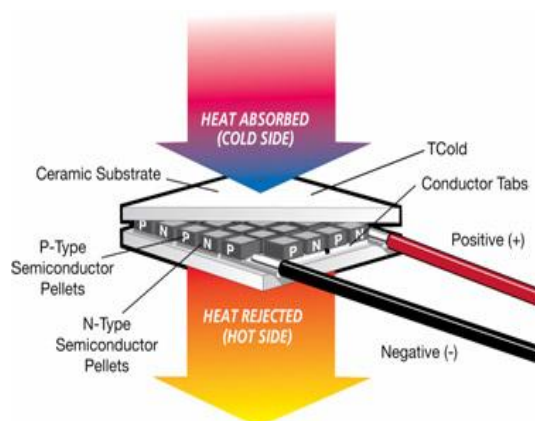
*Kalor* jenis suatu zat adalah banyaknya *kalor* yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kilogram zat sebesar 1 °C. Semakin besar *kalor* jenis suatu benda/zat maka semakin besar pula energi *kalor* yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda/zat tersebut. Setiap benda/zat memiliki *kalor* jenis yang berbeda. Tabel 2.1 menunjukkan *kalor* jenis beberapa benda/zat [4].

Tabel 2.1 Kalor Jenis beberapa Benda/Zat

No	Jenis Benda / Zat	Kalor Jenis (Joule/Kg.°C)
1	Air Laut	3.900
2	Aluminium	900
3	Tembaga	390
4	Udara	1000

## 2.2 Termoelektrik (*Thermoelectric*)

Termoelektrik merupakan perangkat/alat yang mampu mengubah energi listrik menjadi suatu gradient temperatur. Perubahan temperatur tersebut dikenal dengan efek Peltier. Efek Peltier pertama kali ditemukan oleh Jean Charles Peltier pada tahun 1834 dengan membalikkan fenomena dari efek Seeback [1].



Gambar 2.1. Modul Termoelektrik

Modul termoelektrik terusun dari beberapa pasang sambungan semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang dihubungkan secara seri seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor

tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga. Interkoneksi konduktor tersebut diletak masing di bagian atas dan di bagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditujukan untuk melepas kalor dan konduktor bagian bawah ditujukan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan pelat yang terbuat dari keramik yang berfungsi sebagai isolator listrik sambungan tersebut [5].

Jean Charles Peltier menemukan bahwa arus listrik akan menghasilkan panas atau dingin di persambungan dari dua logam yang berbeda. Panas akan diserap pada satu permukaan sedangkan pada permukaan lainnya panas akan dibuang, jika sumber arus dibalik maka permukaan yang panas akan jadi dingin dan permukaan yang dingin akan menjadi panas, gejala inilah yang disebut efek peltier. Besarnya kalor ( $Q$ ) yang dilepas atau diserap bergantung dari koefisien seebeck ( $\alpha$ ), arus yang mengalir ( $I$ ) dan temperaturnya ( $T$ ), secara matematis dapat ditulis dengan persamaan berikut.

$$Q = \alpha \times I \times T \quad (2.2)$$

Temperatur disini merupakan temperatur absolut atau dengan kata lain temperature dalam satuan  $^{\circ}\text{K}$ . Ketika arus listrik mengalir maka terjadi perbedaan temperatur antara sisi yang panas dengan sisi yang dingin. Begitu ada perbedaan temperatur, efek seebeck terjadi sehingga beda potensial yang terjadi adalah:

$$V = I \times R + \alpha \times \Delta T \quad (2.3)$$

Dimana  $V$  merupakan beda potensial (Volt),  $R$  adalah hambatan listrik dari modul termoelektrik (Ohm), dan  $\Delta T$  adalah perbedaan temperatur. Adanya perbedaan temperatur ini maka akan terjadi perpindahan kalor [6].

Panas akan merambat secara konduksi dari permukaan yang panas ke permukaan yang dingin. Perambatan tersebut bersifat *irreversible* dan disebut efek konduktivitas. Besarnya perambatan tersebut dinyatakan dalam persamaan:

$$Q_{\text{cond}} = K \times \Delta T \quad (2.4)$$

$Q_{\text{cond}}$  merupakan laju aliran panas (Watt) dan  $K$  adalah konduktivitas *thermal* ( $\text{Watt}/^{\circ}\text{K}$ ). Selain itu, ketika arus listrik melalui suatu bahan, maka selalu ada kalor yang di hasilkan yang dinamakan *joule heating* yang besarnya:

$$Q_j = I^2 \times R_{\text{tc}} \quad (2.5)$$

$R_{tc}$  disini merupakan jumlah total hambatan pada *thermocouple*. Untuk menghitung besarnya kalor yang diserap (di sisi dingin) dan kalor yang dilepaskan (di sisi panas) maka semua energi (termal) yang berkaitan harus diperhitungkan [7]. Jumlah kalor yang diserap (efek pendinginan) modul termoelektrik melalui sambungan dingin per satuan waktu dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.6) berikut.

$$Q_c = \alpha \times I \times T_c - K \times \Delta T - I^2 \times \frac{R_{tc}}{2} \quad (2.6)$$

Jumlah kalor yang dilepas (efek pemanasan) modul termoelektrik melalui sambungan panas per satuan waktu dapat diketahui melalui Persamaan 2.7.

$$Q_h = \alpha \times I \times T_h - K \times \Delta T + I^2 \times \frac{R_{tc}}{2} \quad (2.7)$$

Kedua persamaan diatas, nilai perambatan kalor secara konduksi bernilai negatif karena kalor berpindahan dari sisi panas ke sisi dingin. Pada persamaan 2.6 *joule heating* juga mengurangi efek peltier, sedangkan pada persamaan 2.7 *Joule heating* bernilai positif karena *joule heating* selalu menghasilkan panas. Pada bagian *joule heating* besarnya jumlah hambatan termoelektrik dari *couple* dibagi dua karena dianggap total hambatan pada *couple* termoelektrik adalah  $R_{tc}$ , sedangkan pada termoelektrik terdapat dua sisi sehingga setengah  $R$  berada di sisi dingin dan setengah  $R_{tc}$  lainnya berada di sisi panas [8].

Pendingin termoelektrik dapat menjadi pendingin alternatif yang menggantikan pendingin *refrigerant*. Kelebihan pendingin termoelektrik dibandingkan dengan pendingin *refrigerant* adalah relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama, dan mampu digunakan dalam skala besar dan kecil. Dengan berbagai keunggulan yang terdapat pada modul termoelektrik, penggunaan termoelektrik saat ini telah melingkupi banyak bidang aplikasi, misalnya teknologi militer, peralatan komersil dan industri, serta teknologi dibidang medis [5].

### 2.3 Sensor Suhu LM35

Sensor adalah jenis transduser yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi, seperti besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, kimia, menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor memberi kesamaan yang menyerupai mata, telinga, hidung, lidah yang kemudian



akan diolah oleh *kontroller* sebagai otaknya. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu:

a. Sensor Thermal (Panas)

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas atau suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu.

b. Sensor Mekanis

Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dan sebagainya.

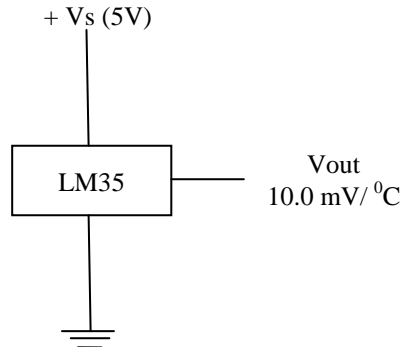
c. Sensor Optik (Cahaya)

Sensor optik atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya, ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan [9].

LM35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), IC ini mengkonversi suhu lingkungan disekitarnya menjadi sinyal listrik dengan rangkaian ketetapan yang terintegrasi dan tegangan outputnya secara linier proposional terhadap derajat celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Sensor ini berfungsi sebagai pengubah besaran fisis suhu ke besaran listrik (tegangan) yang memiliki koefisien sebesar  $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  yang berarti bahwa pada kenaikan suhu  $1^{\circ}\text{C}$  maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar  $10\text{ mV}$ . Karakteristik dari sensor suhu LM35 ini adalah perubahan nilai tahanannya akan semakin besar apabila suhu lingkungannya semakin rendah dan nilai tahanannya akan menjadi kecil apabila suhu lingkungannya semakin tinggi [10].

LM35 tidak memerlukan pengukuran atau penyetelan eksternal apapun untuk dapat memberikan akurasi sebesar  $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$  pada suhu ruangan dan  $\pm \frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$  terhadap suatu rentang suhu  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $+150^{\circ}\text{C}$ , penyetelan dan kalibrasi pada tingkatan yang tipis. Impedansi keluaran LM35 yang rendah, keluaran linier, dan kalibrasi bawaan yang tepat menjadikannya mudah untuk dibaca atau mengontrol sirkulasinya. Dapat menggunakan catu daya tunggal atau dengan catu daya plus (+) dan minus (-).

Pada aplikasi ini rangkaian sensor suhu LM35 diberi tegangan 5V dan dapat dilihat hasil sensornya pada tegangan  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Konfigurasi Sensor Suhu LM35

Kelebihan-kelebihan IC LM35 adalah sebagai berikut:

- a. Dikalibrasi langsung dalam  $^{\circ}\text{C}$
- b. Faktor skala linier  $+10,0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- c. Rata-rata bekerja pada rentang suhu  $-55^{\circ}$  hingga  $+150^{\circ}\text{C}$
- d. Sesuai untuk aplikasi pengendalian jarak jauh
- e. Hanya membutuhkan arus kurang dari  $60 \mu\text{A}$
- g. Faktor kesalahan sebesar  $0,25^{\circ}\text{C}$
- h. Keluaran impedansi rendah,  $0,1\Omega$  untuk beban  $1\text{mA}$  [11].

## 2.4 Microcontroller AVR ATmega8535

*Microcontroller* adalah *single chip* komputer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler hadir dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru.

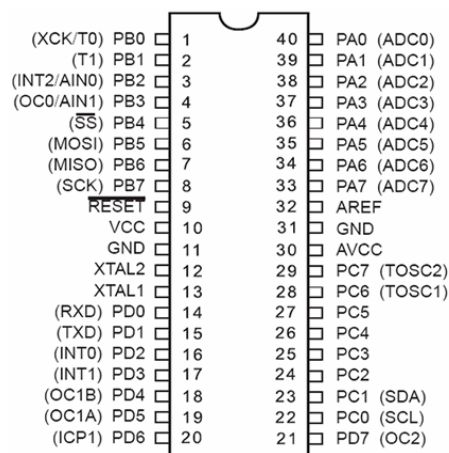
Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Siklus sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*.

AVR dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga Atmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari semua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *on-board* memori, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama [12].

ATmega 8535 memiliki beberapa fitur sebagai berikut:

- ❖ Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- ❖ ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- ❖ Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
- ❖ CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- ❖ *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*.
- ❖ SRAM sebesar 512 byte.
- ❖ Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- ❖ Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- ❖ *Port* antarmuka SPI.
- ❖ EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- ❖ Antarmuka *komparator* analog.
- ❖ *Port* USART untuk komunikasi serial. Fitur ATmega8535.

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 mempunyai 40 pin, 32 pin digunakan untuk keperluan *port paralel*. Setiap *port* terdiri dari 8 pin, sehingga terdapat beberapa port yaitu *Port A* (PA0...PA7), *Port B* (PB0...PB7), *Port C* (PC0...PC7), *Port D* (PD0...PD7) seperti yang terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konfigurasi Pin ATmega 8535

Pin-pin ATmega8535 terdiri dari:

1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin *Input* sumber tegangan (+).
2. GND merupakan pin *Ground* (-).
3. *Port A* (PA7...PA0) berfungsi sebagai *input* ADC (*Analog to Digital Converter*). *Port* ini juga berfungsi sebagai *port* I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.
4. *Port B* (PB7...PB0) berfungsi sebagai *port* I/O dua arah. *Port* PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses *downloading*.
5. *Port C* (PC7...PC0) berfungsi sebagai *port* I/O dua arah.
6. *Port D* (PD7...PD0) berfungsi sebagai *port* I/O dua arah. *Port* PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial.
7. RESET *input* reset.
8. XTAL1 *Input* ke *amplifier inverting* osilator dan *input* ke sirkuit *clock* internal.
9. XTAL2 *Output* dari *amplifier inverting* osilator.
10. AVCC *Input* tegangan untuk *Port A* dan ADC. AVcc harus dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke Vcc melalui *low pass filter*.
11. AREF Tegangan referensi analog untuk ADC [13].

## 2.5 *Liquid Crystal Display (LCD)*

*Liquid Cristal Display* adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dll. LCD mempunyai *pin* data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

LCD terbuat dari bahan kristal cair yang merupakan suatu komponen organik yang mempunyai sifat *optic* seperti benda padat meskipun bahan tetap cair. Contoh bahan ini adalah kolesteril nonanoat (*cholesteryl nonanoat*) dan *p-azoxyanisole*.

Sel kristal cair terdiri dari selapis bahan kristal cair yang diapit (*sandwich*) antara gelas tipis dan *elektroda* lapisan logam transparan yang diendapkan (*deposid*) pada bagian dalam gelas. Karena sel-sel kristal cair merefleksikan atau mengatur cahaya yang ada dan bukan membangkitkan cahaya maka daya listrik yang diperlukan sangat kecil. Energi yang dipergunakan hanyalah untuk mengaktifkan kristal cairnya [14].

LCD merupakan perangkat *display* yang paling umum dipasangkan di mikrokontroller, mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuannya menampilkan karakter atau grafik yang lebih dibandingkan display 7segmen. Tabel 2.2 memperlihatkan konfigurasi pin pada LCD.

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin pada LCD

Nama	I/O	Tujuan	Fungsi
Db <sub>0</sub> – Db <sub>3</sub> (Pin 11 – 14)	I/O	MPU	Empat data terendah, tri-state bidirectional, data dibaca dari modul ke MPU atau ditulis dari MPU ke modul. Bila data yang dilewatkan 4 bits, jalur tak dapat digunakan.
Db <sub>4</sub> – Db <sub>7</sub> (Pin 7 – 10)	I/O	MPU	Empat data tertinggi, tri-state bidirectional, data dibaca dari modul ke MPU atau ditulis dari MPU ke modul. Bila data yang dilewatkan 4 bits, dapat melewati jalur ini.
E (pin 6)	I	MPU	Sinyal Enable Instruksi
R/W (pin 5)	I	MPU	Read= 1 or Write= 0, instruksi
RS (pin 4)	I	MPU	Register set, 0= perintah, 1= data register
V+BL, V-L (pin 15,16)	-	Suply	Sumber tegangan untuk black light (sumber cahaya).
V <sub>LC</sub> , V <sub>DD</sub> , V <sub>SS</sub> (pin 3, 2, 1)	-	Suply	V <sub>LC</sub> = mengatur kontras tampilan

Modul LCD terdiri dari sejumlah memory yang digunakan untuk display. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam memory ini, dan modul LCD secara berturutan membaca memory ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.

Display	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16						
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	...
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	54	55	...

Gambar 2.4. Peta memori LCD karakter 2x16

Pada Gambar 2.4 peta memori lcd karakter 2x16, daerah yang berwarna biru ( 00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah display yang tampak. jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris dengan dua baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Dengan demikian dapat dilihat karakter pertama yang berada pada posisi baris pertama menempati alamat 00h. dan karakter kedua yang berada pada posisi baris kedua menempati alamat 40h.

Agar dapat menampilkan karakter pada display maka posisi kursor harus terlebih dahulu diset. Instruksi Set Posisi Kursor adalah 80h. dengan demikian untuk menampilkan karakter, nilai yang terdapat pada memory harus ditambahkan dengan 80h [15].

## 2.6 Keypad Matrik

Dalam banyak aplikasi, seringkali diperlukan penggunaan tombol (*key/button*) sebagai media untuk meng-input-kan data angka maupun huruf. Secara *interfacing*, sederhananya bisa saja semua tombol itu hubungkan secara langsung satu persatu pada pin I/O dari mikrokontroler, namun karena keterbatasan pin yang ada, maka diperlukan sebuah teknik untuk mengatasi masalah keterbatasan pin tersebut.

Untuk media input data numerik yang menggunakan 10 hingga 16 buah tombol bisa dilakukan dengan menggunakan teknik *multiplex matrix keypad*. Tombol – tombol tersebut disusun sedemikian rupa membentuk sebuah matrik sehingga untuk semua tombol tersebut bisa dikontrol hanya dengan menggunakan 7-8 pin saja.

*keypad* matrik adalah susunan dari beberapa buah saklar tekan (*push button*) yang disusun secara matrik. Dipasaran terdapat beberapa jenis tombol *keypad*, dan yang paling sering digunakan diantaranya adalah tombol keypad 4x3 dan 4x4. Bentuk fisik dari keypad matrik 4x3 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Bentuk fisik *keypad* matrik 4x3

*keypad* ini banyak digunakan dalam aplikasi sistem berbasis mikrokontroler seperti sebagai input dalam aplikasi pengaman digital (*password*), absensi, pengendali kecepatan motor, robotik, dan sebagainya [16].

## 2.7 Analisis Galat

### 2.7.1 Galat Mutlak

Analisis galat merupakan hal penting dalam analisis numerik. Galat berkaitan dengan seberapa dekat solusi hampiran terhadap solusi eksaknya seperti Persamaan 2.8. Semakin kecil galat, semakin dekat solusi hampiran terhadap solusi eksaknya, atau dengan kata lain, semakin teliti solusi numerik yang diperoleh. Galat dalam metode numerik disebabkan oleh dua hal, yaitu galat pembulatan (*round off error*) dan galat pemotongan (*truncation error*). Secara matematis, jika  $x$  adalah solusi hampiran dan  $x_0$  adalah solusi eksak [17].

$$e = |x_0 - x| \quad (2.8)$$

### 2.7.2 Galat Relatif

Istilah galat relatif muncul untuk menghindari salah interpretasi terhadap nilai galat. Galat relatif didefinisikan pada Persamaan 2.9.

$$e_r = \frac{e}{x_0} \times 100\% \quad (2.9)$$

Akan tetapi, dalam metode numerik, nilai sejatinya tidak diketahui sehingga sulit untuk mendapatkan galat relatif ini. Untuk mengatasi hal tersebut, galat dibandingkan dengan nilai hampirannya yang disebut galat relatif [17].

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem pengatur suhu air otomatis berbasis mikrikontroller ATmega8535. Metode penelitian ini meliputi waktu dan tempat, metode pembuatan, analisis kerja, alat dan bahan, tahapan penelitian, dan perancangan alat.

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Desember 2013 sampai selesai.

#### **3.2 Metode Pembuatan**

Metode pembuatan alat dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merancang model sistem pengatur suhu air otomatis pada *plant* model dalam skala kecil (*prototype*). Perencanaan dan pembuatan alat ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*).

#### **3.3 Analisis Kerja**

Analisa kinerja dari alat pengatur suhu air yang dirancang akan dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian. Analisa yang dilakukan meliputi analisa rangkaian sensor suhu, analisa *driver* pengendali, serta analisa performa dari alat pengatur suhu air tersebut.

#### **3.4 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat pengatur suhu air ini adalah:

1. Aquarium berukuran P : 30 cm L : 20 cm T : 20 cm
2. Sensor suhu LM35
3. Minimum sistem Atmega8535
4. *Keypad* matrix 3x4
5. LCD 16 x 2



6. *Heater*
7. Elemen Peltier dilengkapi *heatsink* serta kipas
8. *Water block*
9. Pompa Air
10. *Box panel*

### 3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini jika diuraikan satu persatu adalah sebagai berikut:

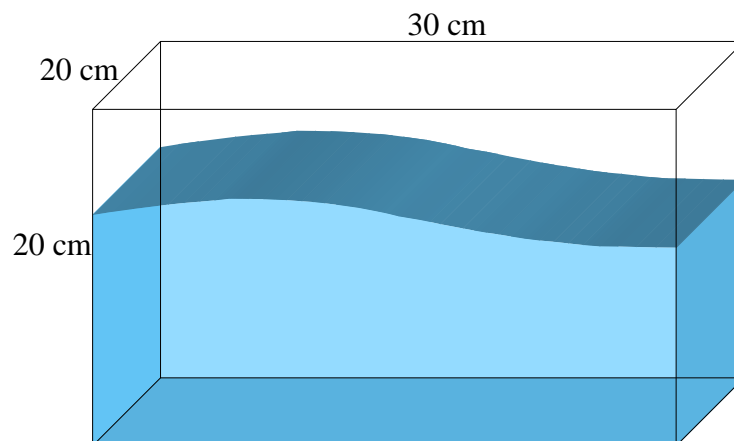
1. Pembuatan wadah air (aquarium).
2. Pembuatan rangkain pengatur suhu.
3. Pembuatan *box panel*.
4. Melakukan pengujian kinerja alat

### 3.6 Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi perancangan *plant* model sebagai wadah air, sistem pemanas dan pendinginan air, perangkat keras (*hardware*) pengontrol suhu air, serta perancangan perangkat lunak.

#### 3.6.1 Perancangan *Plant* model

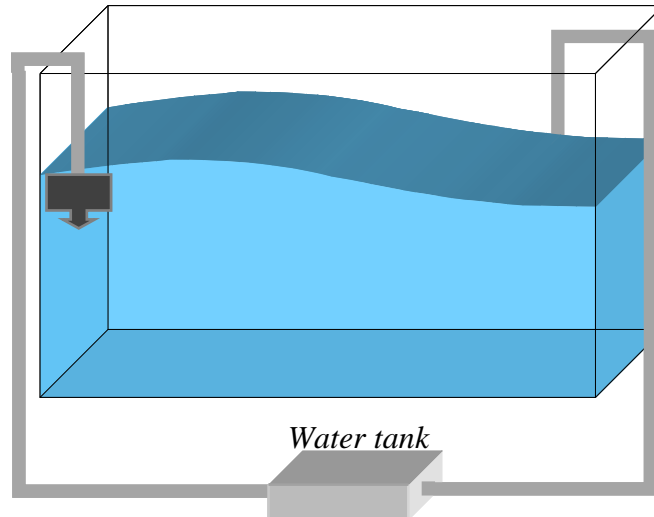
*Plant* model sistem pengontrol suhu air otomatis ini menggunakan reaktor berupa aquarium kaca dengan tebal  $\pm 3$  mm, memiliki panjang 30 cm, dengan lebar 20 cm serta tinggi 20 cm dan berisi air sebanyak 5 liter. Perancangan *plant* model dapat dilihat dari Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Rancang Bangun *Plant* Model

### 3.6.2 Perancangan Sistem Pemanas dan Pendingin

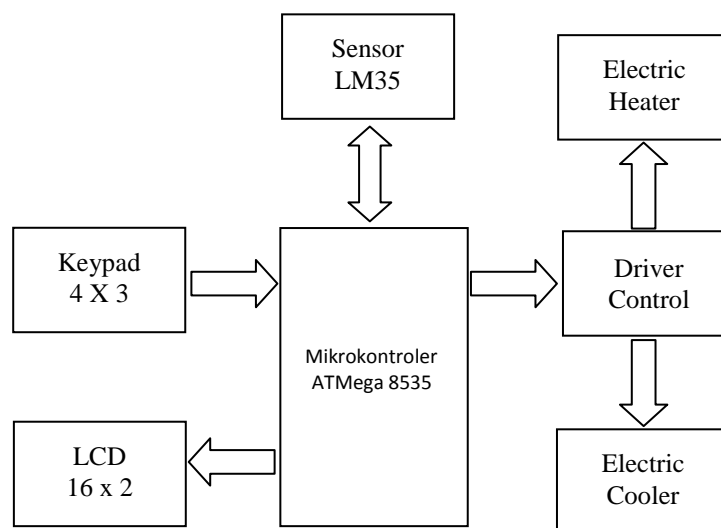
Untuk mengendalikan suhu air dalam *plant* model aquarium dilakukan proses pemanasan atau pendinginan di aliran air yang dipompa ke luar dan masuk ke *plant* model dengan cara memasang *water tank* di antara selang aliran air yang dilengkapi dengan pemanas dan pendingin. Skema sistem pemanas dan pendingin suhu diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skema Pemanasan dan Pendinginan Air.

### 3.6.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Diagram blok merupakan gambaran dasar dari sistem yang akan dirancang. Diagram blok dari sistem alat yang akan dibuat diperlihatkan pada Gambar 3.3.



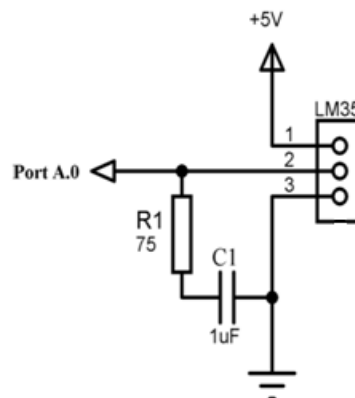
Gambar 3.3. Diagram Blok Alat Kontrol Suhu Air.

Desain rancangan alat dari diagram blok pada gambar 3.3 terdiri dari:

1. *Microcontroller* berfungsi sebagai pengontrol dan pusat pengolahan data.
2. Sensor suhu berfungsi sebagai pengindra suhu air, keluarannya berupa tegangan kemudian di inputkan ke pin ADC Mikrokontroller
3. *Keypad* berfungsi untuk menginputkan nilai suhu yang diinginkan (*Setpoint*) agar suhu yang kita inginkan dapat di pertahankan dan dikontrol.
4. *LCD Display* berfungsi untuk menampilkan data yang terbaca oleh sensor suhu dan menampilkan data suhu referensi (*Setpoint*).
5. *Driver Control* berfungsi untuk mengaktifkan/menon-aktifkan pemanas maupun pendingin.
6. *Heater* (Pemanas) berfungsi untuk menaikkan suhu air.
7. *Cooler* (Pendingin) berfungsi untuk menurunkan suhu air.

#### 3.6.3.1 Rangkaian Sensor suhu LM35

Sensor suhu yang digunakan pada alat ini adalah sensor LM35. Sensor ini akan mengindera perubahan suhu disekitarnya, kemudian merubahnya menjadi tegangan analog yang nantinya kemudian diinputkan pada pin ADC mikrokontroler untuk kemudian diproses. Pada perancangan sensor suhu air, agar sensor LM35 dapat membaca suhu air dengan baik dan akurat, maka LM35 dicelupkan kedalam air yang mana sensor LM35 telah terisolasi dengan bahan pelastik supaya tidak memasukkan air. Rangkaian sensor suhu diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian Sensor Suhu.

LM35 hanya mampu men-*drive* output stabil pada beban kapasitif maksimal 50pF, agar tidak terjadi beban kapasitif yang berlebih, maka diperlukan

rangkaian seri RC *Damper* yang dipasang pada *output* dan *ground* dari LM35 seperti yang tertera pada *datasheet*. Rangkaian ini berfungsi sebagai *noise filtering* untuk men-drive beban kapasitif yang terjadi. Nilai komponen yang tertera pada *datasheet* untuk rangkaian ini adalah 75 Ohm untuk resistor dan 1  $\mu$ F untuk kapasitor.

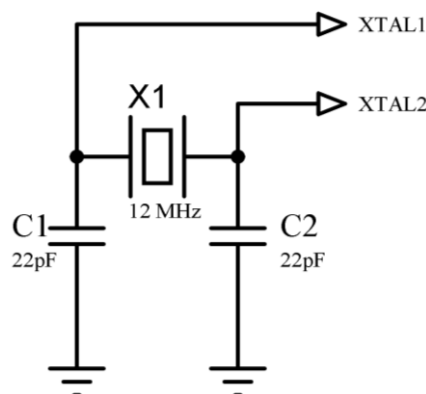
### 3.6.3.2 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Agar dapat bekerja maksimal, mikrokontroler ATmega8535 membutuhkan beberapa rangkaian eksternal. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua rangkaian (selain *power supply*) yaitu rangkaian *clock* dan rangkaian reset. Beberapa bagian rangkaian eksternal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### a. Rangkaian *Clock*

Kecepatan proses yang dilakukan mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Hal ini disebabkan karena rangkaian *clock* berfungsi sebagai *generator clock* yang digunakan untuk menjalankan mikrokontroler, inilah yang menentukan berapa lama mikrokontroler bekerja dalam setiap siklus.

Rangkaian *clock* dirancang berdasarkan ketentuan yang ada pada *datasheet* AVR ATmega8535. Nilai C1 dan C2 yang diberikan yaitu 22 pF. Untuk nilai kristal, mikrokontroler ATmega8535 memiliki *range* frekuensi *clock* antara 0-16 MHz dan karena mikrokontroler dituntut untuk melakukan kinerja maksimal maka nilai kristal yang diberikan adalah 16 MHz. Sedangkan pada perancangan ini digunakan kristal sebesar 12 MHz. Gambar 3.5 memperlihatkan rangkaian *clock* yang digunakan pada rancangan alat ini.

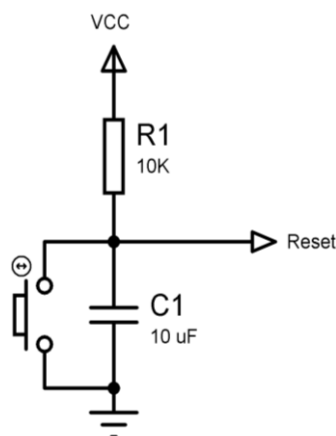


Gambar 3.5. Rangkaian Clock.

#### b. Rangkaian Reset

Rangkaian reset digunakan untuk mereset mikrokontroler sehingga proses bisa dijalankan mulai dari awal. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian *power off reset* yaitu reset yang terjadi pada saat sistem pertama kali mendapatkan Gnd atau logika 0. Reset juga dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol yang berupa *switch*. Pin *reset* AVR memiliki resistor *pull-up* internal berukuran 100K-500K ohm. Secara teori, resistor *pull-up* tersebut berfungsi menahan pin *reset* pada logika *high* dan tidak mengambang. Resistor *pull-up* eksternal dapat digunakan untuk menjaga agar pin *reset* tidak berlogika 0 secara tidak disengaja. Besarnya nilai resistor ini secara teori bisa bernilai berapa saja tetapi untuk aplikasinya gunakan nilai resistor yang tepat agar pin *reset* dapat diubah logikanya menjadi *low* sehingga dapat diprogram. Nilai pada umumnya dan yang direkomendasikan adalah 10Kohm. Pada lingkungan dengan *noise* yang tinggi, maka resistor *pull-up* saja tidaklah cukup, noise dapat menyebabkan munculnya sinyal *reset* yang tidak diinginkan. Untuk melindungi pin *reset* dari noise, kapasitor dapat ditambahkan yang terhubung dengan pin *reset* dan *ground*, selain sebagai proteksi tambahan pada pin *reset* kapasitor juga difungsikan untuk memberikan *delay reset* pada waktu rangkaian dinyalakan.

Skematik dari rangkaian *reset* yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.

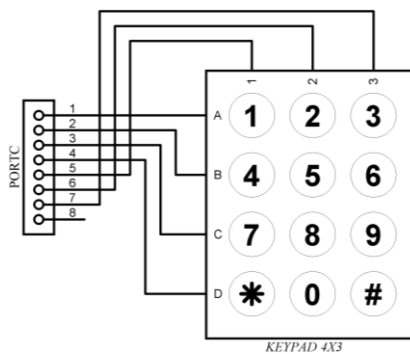


Gambar 3.6. Rangkaian Reset.

Nilai resistor *pull-up* yang digunakan 10Kohm dan kapasitor 10uF pada rangkaian *reset* yang diperlihatkan oleh Gambar 3.6 maka akan menghasilkan frekuensi *cut-off* ( $f_c$ ) sebesar 1,59Hz dan waktu *delay reset* selama 0,1s.

### 3.6.3.3 Rangkaian Keypad

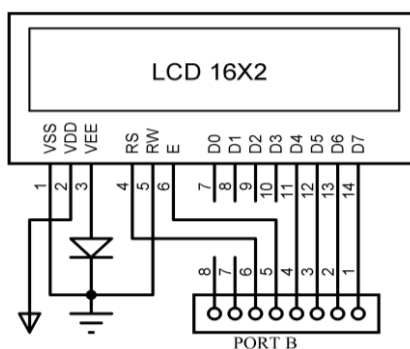
*Keypad* berfungsi sebagai tombol untuk memasukkan *setpoint*, kemudian data yang diketikkan pada *keypad* akan diterima oleh mikrokontroler ATmega8535 untuk kemudian diolah dan ditampilkan pada *display* LCD. *Keypad* yang digunakan adalah *keypad* yang telah ada dipasaran yaitu *keypad* matrik 4x3. *Keypad* ini terdiri dari 12 tombol yang hubungan antara tombol-tombolnya seperti tampak pada Gambar 3.7. Rangkaian ini dihubungkan ke port mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 3.7. Rangkaian Keypad

### 3.6.3.4 Rangkaian LCD

LCD yang digunakan pada rancangan ini adalah LCD yang mempunyai lebar *display* 16 kolom dan 2 baris dengan 16 pin konektor atau biasa disebut sebagai LCD *Character* 16x2. Rangkaian LCD pada rancangan ini diperlihatkan pada Gambar 3.8.

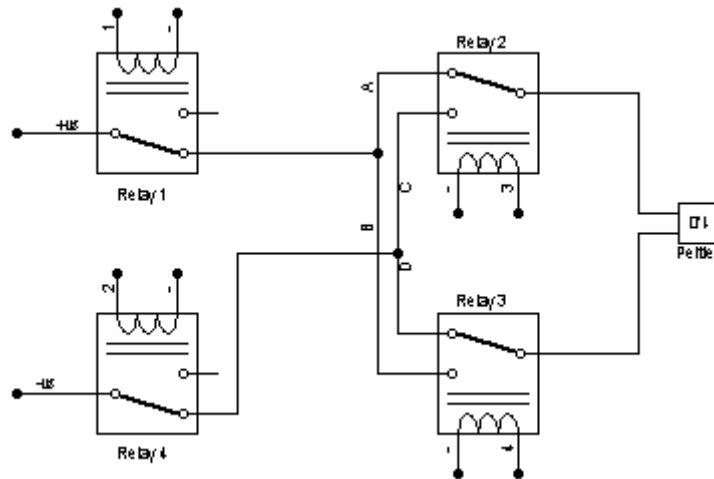


Gambar 3.8. Rangkaian LCD 16x2 Karakter

Pada rancangan ini, mode pemrograman LCD yang digunakan adalah mode pemrograman 4 bit. Dengan demikian, pin data LCD yang dihubungkan ke mikrokontroler hanya pin D4, D5, D6, dan D7. Sedangkan untuk jalur kontrolnya, pin LCD yang dihubungkan adalah pin RS dan E.

### 3.6.3.5 Rangkaian *Driver* Pengendali

Rangkaian driver pengendali dirancang dengan menggunakan beberapa *relay* untuk mengaktifkan elemen peltier, baik sebagai elemen pemanas maupun sebagai elemen pendingin seperti yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian *Driver* Pengendali

Elemen peltier dapat bekerja sebagai pendingin sesuai fungsinya apabila kita berikan sumber tegangan +12 Vdc pada kutup positif peltier dan kita berikan tegangan 0 Vdc pada kutup negatifnya. Pada Gambar 3.9 elemen peltier akan bekerja sebagai pendingin apabila semua relay adalah keadaan aktif. Relay 1 yang berfungsi sebagai saklar +12 Vdc akan menghubungkan sumber tegangan ke relay 2 yang terhubung ke kutup positif peltier, dan relay 4 dalam keadaan aktif akan menghubungkan sumber tegangan 0 Vdc ke relay 3 yang terhubung ke kutub negatif peltier.

Relay 1 serta relay 4 sebagai saklar sumber tegangan dalam keadaan aktif dan relay 2 serta relay 3 tidak aktif maka peltier akan menjadi elemen pemanas. Relay 1 akan menghubungkan sumber tegangan +12 Vdc ke relay 3 yang terhubung ke kutup negatif peltier, dan relay 4 akan menghubungkan sumber tegangan 0 Vdc ke relay 2 yang terhubung ke kutub positif peltier, atau dengan kata lain polaritas sumber tegangan yang diinputkan ke peltier dibalik.

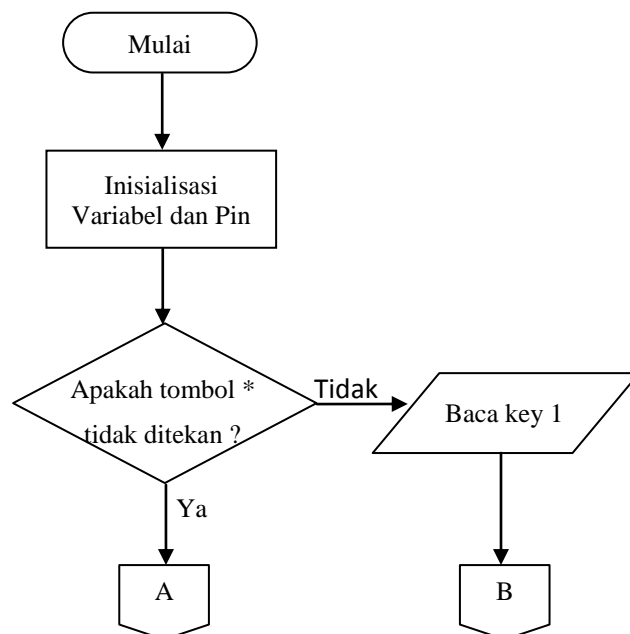
Semua relay yang terpasang akan dikendalikan oleh *optocoupler* yang terhubung dengan pin D0 dan pin D1. Pin D0 akan memberikan sinyal *high* dan Pin D1 akan memberikan sinyal *low* ketika pendingin aktif, begitu juga dengan sebaliknya.

### 3.6.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

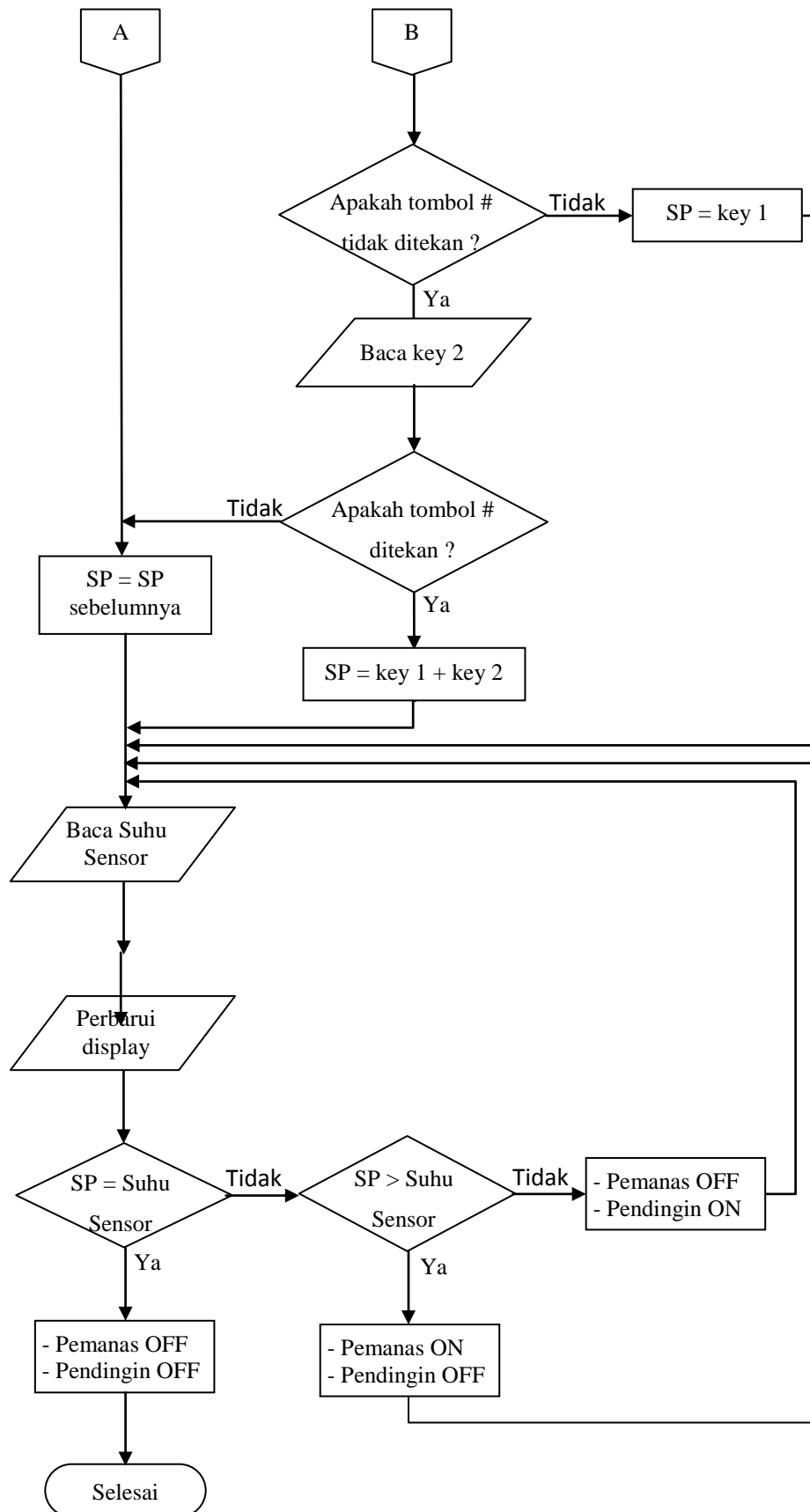
Perancangan perangkat lunak bertujuan untuk mengatur kerja sistem, seperti pembacaan hasil sensor suhu serta menampilkannya ke LCD, proses sistem pengaturan suhu, dan lain-lain. Secara garis besar perancangan program terdiri dari dua bagian, yaitu program utama dan program pendukung. Program utama berperan sebagai jantung perangkat lunak yang akan mengatur keseluruhan operasi yang melibatkan program-program pendukung. Sedangkan program pendukung akan melakukan kerja khusus sesuai kebutuhan dari program utama.

Program yang dibuat dengan Bascom AVR ini terdiri dari 3 (tiga) kondisi, diantaranya:

1. Kondisi pertama, yaitu kondisi dimana suhu aktual (suhu terbaca LM35) bernilai lebih kecil daripada suhu referensi (suhu yang dikehendaki). Pada kondisi ini sistem akan mengaktifkan pemanas dan menon-aktifkan pendingin sampai suhu referensi tercapai.
2. Kondisi kedua, yaitu kondisi dimana suhu aktual bernilai lebih besar daripada suhu referensi. Pada kondisi ini sistem akan mengaktifkan pendingin dan menon-aktifkan pemanas sampai suhu yang dikehendaki tercapai.
3. Kondisi ketiga, yaitu kondisi dimana suhu aktual bernilai sama dengan suhu referensi. Pada kondisi ini sistem akan menon-aktifkan pemanas dan pendingin. Gambar 3.10 menjelaskan diagram alir program yang akan dibuat.



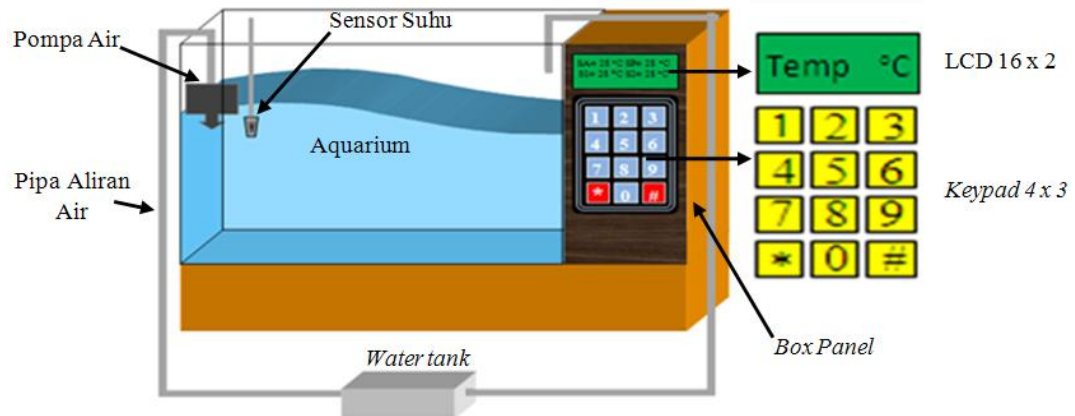




Gambar 3.10. Diagram Alir Program

### 3.6.5 Perancangan Alat keseluruhan

Pada perancangan sitem/model alat pengatur suhu air laut otomatis ini menggunakan *Microcontroller* ATmega8535 sebagai pemroses/pengolah data, dan LM35 sebagai sensor suhunya. Skema rancang bangun model alat pengatur temperatur air laut otomatis diperlihatkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Skema Rancang Bangun Model Alat Pengatur Temperatur Air Laut Otomatis.

Dalam rancangan alat pengatur suhu air ini modul rangkaian pengontrol suhu diletakan di dalam *box* panel.